

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-294831

(P2000-294831A)

(43) 公開日 平成12年10月20日 (2000. 10. 20)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ナコード<sup>\*</sup> (参考)

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

F 5 F 0 4 1

31/12

31/12

E 5 F 0 8 9

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平11-101894

(22) 出願日 平成11年4月8日 (1999. 4. 8)

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 柳ヶ瀬 雅司

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ

ムロン株式会社内

(72) 発明者 小西 康弘

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ

ムロン株式会社内

(74) 代理人 100094019

弁理士 中野 雅房

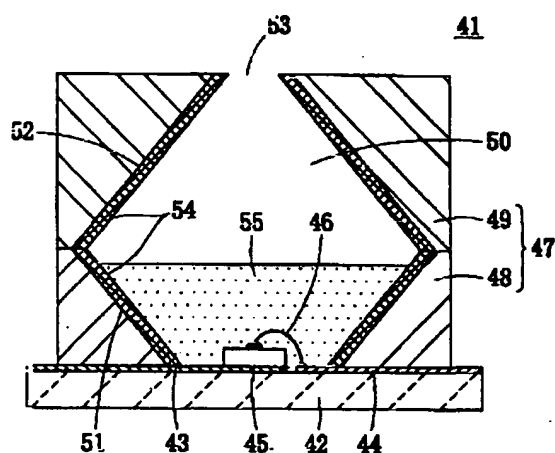
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光装置、半導体発光装置アレイ、フォトセンサおよびフォトセンサアレイ

(57) 【要約】

【目的】 高輝度で高出力の半導体発光装置を提供する。

【解決手段】 ガラス基板42の上にLEDチップ45を実装する。ガラス基板42の上に、LEDチップ45を囲むようにして構造物47を設ける。構造物47は2枚の半導体基板48、49によって形成されており、空洞50の内面にはAu等の反射膜54を設ける。構造物47の上面には、小さな光射出口53を設ける。LEDチップ45から出た光は、反射膜54で反射することにより空洞50内に閉じ込められた後、光射出口53から出射する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体発光素子を実装された基板とこの半導体発光素子を取り囲むように形成された構造物とを備え、

前記構造物の内面には前記半導体発光素子の光を反射させるための加工が施され、かつ前記構造物の一部に光を取り出すための領域が形成されていることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項2】 前記基板に、複数の半導体発光素子が実装されていることを特徴とする、請求項1に記載の半導体発光装置。

【請求項3】 半導体発光素子を実装された基板と、この半導体発光素子による多色発光光源を取り囲むように形成された構造物とを備え、

前記構造物の内面には前記多色発光光源の光を反射させるための加工が施され、かつ前記構造物の一部に光を取り出すための領域が形成されていることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項4】 前記多色発光光源は、前記半導体発光素子と該半導体発光素子の発光によって励起され蛍光を発する蛍光剤とによって形成されていることを特徴とする、請求項3に記載の半導体発光装置。

【請求項5】 前記多色発光光源は、基板上に実装された少なくとも2種類以上の半導体発光素子で構成されていることを特徴とする、請求項3に記載の半導体発光装置。

【請求項6】 前記多色発光光源は、赤色と緑色と青色の3つの発光色の半導体発光素子の組み合わせにより構成されていることを特徴とする、請求項5に記載の半導体発光装置。

【請求項7】 前記構造物は、半導体材料を用いて形成されていることを特徴とする、請求項1又は3に記載の半導体発光装置。

【請求項8】 前記半導体発光素子の光を反射させるための加工が、前記基板に施されていることを特徴とする、請求項1又は3に記載の半導体発光装置。

【請求項9】 前記構造物の内面に、構造物内の光を前記光取り出し領域に集める機能を持たせたことを特徴とする、請求項1又は3に記載の半導体発光装置。

【請求項10】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8又は9に記載された半導体発光装置を複数配列させて一体化したことを特徴とする半導体発光装置アレイ。

【請求項11】 半導体発光素子を実装された基板と、前記半導体発光素子を取り囲むように形成され、その一部に光を取り出すための領域が形成された構造物と、前記構造物の光取り出し領域と同一平面上に設けられた受光素子とを備えたフォトセンサ。

【請求項12】 前記構造物の内面または前記基板のうち少なくとも一方に、半導体発光素子の光を反射させるための加工が施されていることを特徴とする、請求項1

1に記載のフォトセンサ。

【請求項13】 前記受光素子は、前記光取り出し領域を取り囲むように形成されていることを特徴とする、請求項11に記載のフォトセンサ。

【請求項14】 前記受光素子を複数備えていることを特徴とする、請求項11に記載のフォトセンサ。

【請求項15】 前記構造物の内部に設けた空洞の軸心方向を基板に対して傾斜させたことを特徴とする、請求項11に記載のフォトセンサ。

【請求項16】 請求項11、12、13、14又は15に記載されたフォトセンサを複数配列させて一体化したことを特徴とするフォトセンサアレイ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体発光装置、半導体発光装置アレイ、フォトセンサ及びフォトセンサアレイに関する。

【0002】

【従来の技術とその問題点】（高輝度、高出力の半導体発光装置）高輝度で高出力の光源は光学機器の性能向上につながるので、多くの光学機器において、高輝度かつ高出力な発光装置が強く求められている。なかでも半導体発光素子は、小型、省電力で、かつ高輝度な光源として数多く利用されている。さらに、半導体発光素子は、一層の高輝度化と高出力化を目指して数々の工夫や改良が行なわれており、高輝度または高出力な半導体発光素子あるいは半導体発光装置としては、以下のような従来例が存在している。

【0003】このような従来例としては、まず電流狭窄構造の半導体発光素子を挙げることができる（例えば、特開平1-117078号）。この半導体発光素子は、電流通路を制限することにより、発光層の電流注入領域を集中させて高輝度化を図ったものである。このような電流狭窄構造の半導体発光素子では、電流通路を制限しているために輝度は高いが、大電流を流すときに光出力の飽和が起こる。よって、このような半導体発光素子では、高輝度ではあるが、高出力を得ることが難しかった。

【0004】また、高輝度かつ高出力の半導体発光装置としては、チップ状にした複数の半導体発光素子をステム等を実装し、それらを一体にパッケージングしたものがある。このように複数の半導体発光素子を1パッケージに納めた半導体発光装置は、高出力である。しかし、その発光領域も大きくなるので、その輝度は個々の半導体発光素子と変わらない。

【0005】つぎには、半導体レーザー素子を挙げることができる。しかし、半導体レーザー素子は、高輝度かつ高出力であるが、レーザー光はコヒーレントな光であるために人間や動物の目には有害で、使用方法が適切でない危険である。よって、半導体レーザー素子では、

応用できる範囲や対象が大きく制限されている。

【0006】また、応用分野によっては、複数の半導体発光素子または半導体発光装置を実装して半導体発光素子アレイまたは半導体発光装置アレイとして使用することもあるが、従来にあっては半導体発光素子または半導体発光装置を個別に実装していたので、発光素子アレイまたは発光装置アレイを構成する各発光素子又は発光装置とその上に対向配置されるレンズアレイや光ファイバアレイと光軸を一致させることが難しいという問題もあった。

【0007】よって、従来から、高輝度かつ高出力で安全に使用できる半導体発光装置や、そのような半導体発光装置を規則的に配列した半導体発光装置アレイが望まれていた。

【0008】(多色発光の半導体発光装置) また、発光ダイオードを用いてディスプレイのような多色発光を行う場合、赤、緑、青の各発光色の発光ダイオードを組み合わせるにより多種類の発光色を得るものが一般的である。その場合、赤、緑、青の各発光色の発光チップを個々に封止された各発光色の発光装置を複数個組み合わせることで1画素を形成するか、あるいはステム上に各発光色の発光チップを実装した1つの発光装置で画素を形成する方法がとられる。しかし、いずれの構造でも、近距離から見るときには各発光チップから出射される光が分離して見え、混色が不十分になるという問題がある。そこで、多色発光の可能な半導体発光装置としては、以下に述べるようなものが提案されている。

【0009】まず、図1に示す半導体発光素子1は、1チップにより多色発光を可能にしたものである(特開平7-183576号公報)。これは、基板2上にエネルギーギャップの異なるInAlGaIn層からなる複数の活性層4、6、8を設け、これらの活性層4、6、8の上下面に形成された各クラッド層3、5、7、9に電極10、11、12、13を設け、各電極10、11、12、13に印加する電圧を制御することで、発光素子1の発光色を変化させるようにしたものである。

【0010】しかし、このような半導体発光素子1では、基板2上に形成されるエピタキシャル成長層(活性層、クラッド層)の構造が複雑となるばかりでなく、発光チップの作製工程も複雑になるので、技術的にも量産的にも製造が難しい。この結果として、半導体発光素子1がコスト高となる。

【0011】また、特開平8-202288号公報に開示されている発光装置では、互いに異なる波長で発光する複数の半導体発光素子を同軸上に配置し、後方の半導体発光素子から出射された光が、その前方に位置する半導体発光素子を透過するようにしている。従って、異なる発光素子から出射された異なる色の光を混合することができ、多色の発光装置を構成することができる。

【0012】このような構造の発光装置は理論的には可

能であるが、実際に作製しようとした場合には、各発光素子を同軸上に精度よく実装するための生産方法、素子電極への配線方法など、技術的に難しい課題が多くあり、実現性に乏しかった。

【0013】従って、近くで見ても各発光色が分離して見えることがない、簡単な構造の多色発光可能な半導体装置が望まれる。

【0014】(フォトセンサ) また、反射型フォトセンサは、発光素子から出射した光が検知対象物で反射されたとき、その反射光を受光することによって検知対象物の有無を判別するものである。このようなフォトセンサとしては、以下に示すような構造のものが提供されているが、従来より小型のフォトセンサが求められている。

【0015】例えば、図2に示すフォトセンサ21は、別個に製造された発光装置22(チップ状の発光素子を樹脂モールドしたもの)と受光装置23(チップ状の受光素子を樹脂モールドしたもの)とを同一ケース24内に並べて固定することにより、発光装置22と受光装置23を一体化したものである(特開平8-236803号公報)。しかしながら、このようなフォトセンサ21では、個別部品として製造された発光装置22と受光装置23を一体化しているため、フォトセンサ21全体が大きくなり、小型化が困難である。また、発光装置22内の発光素子と受光装置23内の受光素子との距離が離れているため、検知対象物もある程度離れないと検出されないという問題がある。

【0016】また、図3に示すフォトセンサ31は、チップ状の発光素子32とチップ状の受光素子33を別々のリードフレーム34、35上に搭載し、発光素子32と受光素子33を透明パッケージ36内に封止して一体化したものである。なお、37はレンズ部である。しかし、このようなフォトセンサ31では、発光素子32と受光素子33が同一透明パッケージ36内に封止されているので、発光素子32から側面方向へ出射された光が受光素子33に直接入射し、検知対象物の検出時と非検出時での出力信号のS/N比が悪くなる問題があった。

【0017】従って、最短検知距離が短く、S/N比の良好な小型のフォトセンサが望まれている。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述の技術的問題点を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、高輝度かつ高出力の半導体発光装置とその半導体装置アレイを提供することにある。また、本発明の別な目的は、高輝度で、作製が容易で、多色発光可能な半導体装置とその半導体装置アレイを提供することにある。また、本発明のさらに別な目的は、最短検知距離が短く、S/N比の良好な小型のフォトセンサとそのフォトセンサアレイを提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段とその作用】請求項1に記

載の半導体発光装置は、半導体発光素子を実装された基板とこの半導体発光素子を取り囲むように形成された構造物とを備え、前記構造物の内面には前記半導体発光素子の光を反射させるための加工が施され、かつ前記構造物の一部に光を取り出すための領域が形成されていることを特徴としている。

【0020】請求項1に記載の半導体発光装置にあっては、半導体発光素子から出た光を当該半導体発光素子を取り囲むように形成された構造物の内面で反射させることによって構造物と基板に囲まれた空間に閉じ込め、限定された領域（すなわち、構造物の一部に設けられた光取り出し領域）から外部へ取り出すようにしているので、半導体発光素子から出た光をきわめて低損失で、限定された領域から外部へ出射させることができ、高輝度かつ高出力の半導体発光装置を製作することができる。

【0021】請求項2に記載の半導体発光装置は、請求項1に記載した半導体発光装置における前記基板に複数の半導体発光素子が実装されていることを特徴としている。

【0022】請求項2に記載の半導体発光装置にあっては、発光波長の等しい複数の半導体発光素子を基板上に実装することにより、同一発光波長の半導体発光素子を同時に発光させることができ、大光量の光を光取り出し領域から外部へ出射させることができ、半導体発光装置の光出力をより大きくすることができる。

【0023】また、請求項2に記載の半導体発光装置にあっては、発光波長の異なる複数の半導体発光素子を基板上に実装することにより、多波長の半導体発光装置を製作することができる。しかし、発光波長の異なる半導体発光素子を順次発光させることにより、半導体発光装置の発光波長を変化させることができる（特に、可視光であれば、発光色を変化させることができる）。また、発光波長の異なる半導体発光素子を同時に発光させることにより、例えば可視光であれば混色によって中間色での発光も可能になる。

【0024】請求項3に記載の半導体発光装置は、半導体発光素子を実装された基板と、この半導体発光素子による多色発光光源を取り囲むように形成された構造物とを備え、前記構造物の内面には前記多色発光光源の光を反射させるための加工が施され、かつ前記構造物の一部に光を取り出すための領域が形成されていることを特徴としている。ここで、多色発光光源とは、半導体発光素子の発光色と異なる色で発光させることができる光源をいうが、半導体発光素子の発光色と異なる色で発光する色は必ずしも多くなくてもよい。

【0025】請求項3に記載の半導体発光装置にあっては、多色発光光源から出た光を当該半導体発光素子を取り囲むように形成された構造物の内面で反射させることによって構造物と基板に囲まれた空間に閉じ込め、限定された領域（すなわち、構造物の一部に設けられた光取

り出し領域）から外部へ取り出すようにしているので、半導体発光素子から出た光をきわめて低損失で、限定された領域から外部へ出射させることができ、高輝度かつ高出力の多色発光可能な半導体発光装置を製作することができる。しかも、多色発光光源を構造物内に納めるだけでよいので、製作も容易に行なうことができる。

【0026】請求項4に記載の半導体発光装置は、請求項3に記載した半導体発光装置における前記多色発光光源が、前記半導体発光素子と該半導体発光素子の発光によって励起され蛍光を発する蛍光剤とによって形成されていることを特徴としている。

【0027】請求項4に記載の半導体発光装置にあっては、半導体発光素子と該半導体発光素子の発光によって励起され蛍光を発する蛍光剤とによって多色発光光源が形成されているから、半導体発光素子の光によって蛍光剤を励起させることができ、半導体発光装置の輝度を高くできる。また、蛍光剤によって半導体発光素子の光の波長を種々の波長の光に変換することができる。また、生産の容易な多色発光光源を備えた半導体発光装置を提供できる。

【0028】請求項5に記載の半導体発光装置は、請求項3に記載の半導体発光装置における前記多色発光光源が、基板上に実装された少なくとも2種類以上の半導体発光素子で構成されていることを特徴としている。

【0029】請求項5に記載の半導体発光装置にあっては、少なくとも2種類以上の半導体発光素子で多色発光光源を構成しているので、各半導体発光素子の光を混合することにより多様な色で発光させることができる。しかも、各半導体発光素子から出た光は構造物内に閉じ込められ、光取り出し領域から取り出されるので、波長の異なる複数の半導体発光素子を発光させた場合も色分離が起こりにくい。

【0030】請求項6に記載の半導体発光装置は、請求項5に記載の半導体発光装置における前記多色発光光源が、赤色と緑色と青色の3つの発光色の半導体発光素子の組み合わせにより構成されていることを特徴としている。

【0031】請求項6に記載の半導体発光装置は、赤色と緑色と青色の3つの発光色の半導体発光素子の組み合わせにより構成されているから、白色光源を得ることができる。また、各半導体発光素子の発光/非発光を切り換えたり、注入電流を制御したりすることにより、フルカラーで発光させることも可能になる。

【0032】請求項7に記載の半導体発光装置は、請求項1又は3に記載した半導体発光装置における前記構造物が、半導体材料を用いて形成されていることを特徴としている。

【0033】請求項7に記載の半導体発光装置にあっては、半導体材料（例えば、安価なシリコンウエハ）により前記構造物を形成しているので、フォトリソグラフィ

等の半導体微細加工技術を用いることにより、微小な構造物を精密に製作することができ、非常に小さくて高輝度、高出力の半導体発光装置を製作することができる。

【0034】請求項8に記載の半導体発光装置は、請求項1又は3に記載した半導体発光装置において、前記半導体発光素子の光を反射させるための加工が、前記基板に施されていることを特徴としている。

【0035】請求項8に記載の半導体発光装置にあっては、基板にも半導体発光素子の光を反射させるための加工を施しているため、基板における光の透過や吸収も減少させることができ、半導体発光装置をより高出力化することができる。

【0036】請求項9に記載の半導体発光装置は、請求項1又は3に記載した半導体発光装置における前記構造物の内面に、構造物内の光を前記光取り出し領域に集める機能を持たせたことを特徴としている。

【0037】請求項9に記載の半導体発光装置にあっては、前記構造物の内面に、構造物内の光を前記光取り出し領域に集める機能を持たせているから、半導体発光素子から出た光の取り出し効率を高めることができる。

【0038】請求項10に記載の半導体発光装置アレイは、請求項1、2、3、4、5、6、7、8又は9に記載された半導体発光装置を複数配列させて一体化したことを特徴としている。

【0039】請求項1～9に記載した半導体発光装置は、半導体発光素子の実装位置のずれに対する影響が少ないので、このような半導体発光装置を配列させてアレイ化することにより、発光点を精度よく配列させることができ、レンズアレイやファイバアレイとの組み合わせも容易となる。

【0040】請求項11に記載のフォトセンサは、半導体発光素子を実装された基板と、前記半導体発光素子を取り囲むように形成され、その一部に光を取り出すための領域が形成された構造物と、前記構造物の光取り出し領域と同一平面上に設けられた受光素子とを備えたことを特徴としている。

【0041】請求項11に記載のフォトセンサにあっては、半導体発光素子から出た光を構造物と基板に囲まれた空間に閉じ込め、限定された領域（すなわち、構造物の一部に設けられた光取り出し領域）から外部へ取り出すようにしているため、半導体発光素子から出た光を限定された領域から外部へ出射させることができる。一方、受光素子は光取り出し領域と同一平面に設けられているため、光取り出し領域から出射された光が直接に受光素子で受光されることがない。よって、検知対象物で反射した光の検出時と非検出時とのSN比を高くすることができる。

【0042】また、半導体発光素子と受光素子が一体化しているため、フォトセンサを非常に小型化することができる。さらに、発光素子と受光素子とはごく近傍に設け

られているため、検知対象物もごく近傍でも精度よく検出することができる。

【0043】請求項12に記載のフォトセンサは、請求項11に記載したフォトセンサにおける前記構造物の内面または前記基板のうち少なくとも一方に、半導体発光素子の光を反射させるための加工が施されていることを特徴としている。

【0044】請求項12に記載のフォトセンサにあっては、前記構造物の内面または前記基板のうち少なくとも一方に、半導体発光素子の光を反射させるための加工が施されているため、構造物の光取り出し領域から出射される光の出力が大きくなり、SN比がさらに向上する。

【0045】請求項13に記載のフォトセンサは、請求項11に記載したフォトセンサにおける前記受光素子が、前記光取り出し領域を取り囲むように形成されていることを特徴としている。

【0046】請求項13に記載のフォトセンサにあっては、前記光取り出し領域を取り囲むように受光素子が形成されているため、フォトセンサの検出感度を高感度にするすることができる。

【0047】請求項14に記載のフォトセンサは、請求項11に記載したフォトセンサにおいて、前記受光素子を複数備えていることを特徴としている。

【0048】請求項14に記載のフォトセンサにあっては、受光素子を複数備えているため、検知対象物の位置や動作方向を識別することもできる。

【0049】請求項15に記載のフォトセンサは、請求項11に記載したフォトセンサにおいて、前記構造物の内部に設けた空洞の軸心方向を基板に対して傾斜させたことを特徴としている。

【0050】請求項15に記載のフォトセンサにあっては、前記構造物の内部に設けた空洞の軸心方向を基板に対して傾斜させているため、光取り出し領域からの光出射方向を傾斜させることができ、フォトセンサのS/N比を向上させることができる。

【0051】請求項16に記載のフォトセンサアレイは、請求項11、12、13、14又は15に記載されたフォトセンサを複数配列させて一体化したことを特徴としている。

【0052】請求項11～15に記載したフォトセンサは、半導体発光素子の実装位置のずれに対する影響が少ないため、このようなフォトセンサを配列させてアレイ化すれば、各フォトセンサの光出射領域（光取り出し領域）を精度よく配置させることができ、高精度なフォトセンサアレイが得られる。

【0053】

【発明の実施の形態】（第1の実施形態）図4は本発明の一実施形態による半導体発光装置41の外観斜視図、図5は該半導体発光装置41の構造を示す断面図である。この半導体発光装置41にあっては、ガラス基板4

2の表面に、図6に示すようなパターンのAuやAg等の電極配線43、44を設けてあり、この電極配線43の上には、半導体発光素子としてLEDチップ45をダイボンディングしてあり、LEDチップ45と電極配線44との間はボンディングワイヤ46により結線されている。

【0054】ガラス基板42の上には、Siウエハ等の半導体基板を加工することによって形成された構造物47が実装されている。この構造物47は2枚の半導体基板48、49を接合することによって形成されており、内部に10面体状をした空洞50が形成されている。すなわち、下層の半導体基板48には上方で広くなった四角錐台状の空間51が形成されており、当該空間51は上面及び下面で開口している。下層の半導体基板48は、ガラス基板42上に実装されたLEDチップ45を囲むようにしてガラス基板42上に接合されている。上層の半導体基板49は上方で狭くなった四角錐台状の空間52が形成されており、上面の開口（例えば、0.15mm角の開口）は下層の半導体基板48の下面の開口よりも小さく形成されていて光出口53となっており、下面の開口は下層の半導体基板48の上面の開口と等しくなっている。従って、下層の半導体基板48の上に上層の半導体基板49を接合して構造物47を形成すると、構造物47の内部には中央部で広くなった空洞50が形成される。

【0055】構造物47の内面全体には、AuやAg等の反射率の高い金属材料によるメッキや多層反射膜等によって反射膜54を形成している。また、ガラス基板42の、空洞50の下面に露出している領域では、電極配線43、44間の隙間を小さくしてほぼ全体にAuやAg等の電極配線43、44を設け、ガラス基板42の露出領域でも光の反射率が高くなるようにしている。さらに、空洞50の下部には、LEDチップ45から出射される波長の光に対して透明な樹脂55を充填し、LEDチップ45を樹脂55内に封止している。

【0056】しかして、このような半導体発光装置41によれば、LEDチップ45から出た光は、構造物47の光出口53から直接外部へ出射され、あるいは、構造物47の内面の反射膜54やガラス基板42の電極膜で反射されることによって空洞50内に閉じ込められた後、光出口53から外部へ出射される。

【0057】そして、反射膜54による光の反射率を高くして光の損失を小さくすることにより半導体発光装置41を高出力化することができ、光出口53を小さくすることによって高輝度化することができるので、高輝度かつ高出力の半導体発光装置41を製作することができる。特に、ガラス基板42の電極配線43、44をAu等の光反射率の高い材料で形成することにより、配線としての機能の他に反射効果も併せ持たせることができ、より高い出力を得ることができる。単に発光領域を

制限しただけでは、高輝度かつ高出力の光源を得ることはできないが、この半導体発光装置41では、LEDチップ45の光を空洞50内に閉じ込めた後、小さな領域からはロスなく外部へ出射させるようにしているので、高輝度かつ高出力の光源とすることができる。

【0058】このような半導体発光装置41では、0.15mm角程度の小さな光出口53から光を出射させることができるので、例えば光電センサ用の光源として用いた場合には精度のよい光電センサを製作することができる。また、通信用光源、光ファイバ用光源など、高輝度で高出力な光源を必要とするすべての光学機器に用いることができる。

【0059】（製造方法）つぎに、この半導体発光装置41の製造方法の一例を図7及び図8により説明する。まず、図7（a）に示すように525μm厚と1050μm厚の各（100）面Siウエハ48、49（構造物47を構成する半導体基板と同じ符号を用いる。）を用意し、CVD法により各Siウエハ48、49の表面に膜厚2μmのSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜56を成膜する。ついで、各Siウエハ48、49の表面にレジスト膜57を形成し、レジスト膜57をパターニングして開口58をあけ〔図7（b）〕、レジスト膜57の開口58を通してドライエッチングによりSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜56を部分的に除去し、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜56に1.6mm角の正方形の開口59をあける〔図7（c）〕。

【0060】この後、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜56の開口58を通して、80℃のKOH溶液（25％）でSiウエハ48、49をエッチングする。KOH溶液は、異方性エッチング液であって、（100）面のエッチングレートは70μm/sec、（111）面のエッチングレートは約1μm/secであるから、このエッチング工程により、各Siウエハ48、49には、角錐台状をした表裏両面に貫通した空間51、52が開口される〔図7（d）〕。この空間51、52の内面は、Siウエハ48、49の（111）面によって構成される。厚みの大きなSiウエハ49の空間52では、上面における開口寸法は1.8mm角、下面における開口寸法は0.15mm角となっており、厚みの薄いSiウエハ48の空間51では、上面における開口寸法は1.8mm角、下面における開口寸法は0.9mm角となっている。ついで、両Siウエハの空間内に6000Åの堆積厚でAuを蒸着させると、空間51、52の内面には、膜厚が約3000ÅのAu反射膜54が形成される〔図7（e）〕。

【0061】一方、ガラス基板42の表面に3000Åの膜厚でAuの蒸着膜を成膜し、これをKBr液でウェットエッチングすることにより図6（a）（b）に示したようなパターンにパターニングしてAu電極配線43、44を得る。

【0062】このガラス基板42の上に下層側のSiウエハ48を重ねて接合し、ガラス基板42の上に構造物

47の下部を構成する[図8(f)]。ついで、電極配線434上にLEDチップ45をダイボンディングし、電極配線44とLEDチップ45とをワイヤボンディングし、ガラス基板42上にLEDチップ45を実装する[図8(g)]。Siウエハ48の空間51内に樹脂55をポッティングすることにより、樹脂55内にLEDチップ45を封止した[図8(h)]後、下層側のSiウエハ48の上に上層側のSiウエハ49を重ねて接合し、両Siウエハ48、49によって構造物47を構成し[図8(i)]、半導体発光装置41を得る。なお、ガラス基板42の上に多数の半導体発光装置41が一度に形成されている場合には、個別に分離して個々の半導体発光装置41に分離する。

【0063】このように構造物47にSiウエハ48、49を用い、半導体微細加工技術によりSiウエハ48、49を加工するようにすれば、小さくて複雑な形状の構造物47も、容易かつ精密に製作することができる。また、量産が可能で、製作時間も短縮できる。さらに、半導体基板の面方位によらずエッチング速度が一定となる特性(等方性)、あるいは面方位によってエッチング速度が異なる特性(異方性)を利用すれば、精度よく種々の形状を製作でき、構造物製作の自由度を高くすることができる。また、Siウエハ48、49を用いれば、エッチング面の平坦性に優れているので、反射膜54での光反射効果を高くすることができる。

【0064】なお、構造物はここではSiウエハにより製作したが、GaAs等の半導体基板によって製作してもよく、またガラスや樹脂等によって製作してもよい。

【0065】(第2の実施形態)図9は本発明の別な実施形態による半導体発光装置71の構造を示す断面図、図10は基板上に実装されたLEDチップ77、78を示す平面図である。この半導体発光装置71においては、表面に酸化膜73を形成したSiウエハ72を基板とし、酸化膜73の上にAuやAg等の電極配線74、75、76を形成し、電極配線75の上に同一発光波長のLEDチップ77、78を複数個実装し、ボンディングワイヤ79によりLEDチップ77と電極配線74をボンディングし、ボンディングワイヤ80によりLEDチップ78と電極配線76をボンディングしている。この実施形態のように複数個のLEDチップ77、78を用いれば、大光量の光を光出射口53から外部へ出射させることができ、半導体発光装置71をより大出力化することができる。例えば、2つのLEDチップ77、78を実装した場合、少なくとも1つのLEDチップの実装位置は光出射口53の直下から大きく離れるため、LEDチップが1つの場合と比較して光出力が2倍にはならないが、それに近くはなる。測定結果によれば、1つのLEDチップの場合のおよそ1.7倍の光出力が得られた。

【0066】また、基板としてSiウエハ72を用い、

構造物47にもSiウエハを用いるようにすれば、熱膨張による構造物47と基板との間の接合強度の低下を防ぐことができる。

【0067】なお、この実施形態では、LEDチップ77、78を並列に接続したが、直列に接続してもよい。

【0068】(第3の実施形態)図11は本発明のさらに別な実施形態による半導体発光装置81の構造を示す断面図である。この半導体発光装置81にあつては、表面に酸化膜73を形成したSiウエハ72を基板とし、酸化膜73の上にAuやAg等の電極配線74、75、76を形成し、電極配線75の上に発光波長の異なる複数のLEDチップ77、78を実装し、ボンディングワイヤ79によりLEDチップ77と電極配線74、76をボンディングし、ボンディングワイヤ80によりLEDチップ78と電極配線76をボンディングしている。この実施形態のように発光波長の異なる複数個のLEDチップ77、78を実装し、各LEDチップ77、78を個別に駆動できるようにすれば、発光させるLEDチップ77、78を切り換えることにより、半導体発光装置81の光出射口53から出射される光の発光波長ないし発光色を切り換えることができる。

【0069】また、この実施形態では、3層の半導体基板(Siウエハ)82、83、84によって構造物47を構成している。下層の半導体基板82は、構造物47の下半分を構成しており、上層及び中層の半導体基板84、83は、構造物47の上半分を構成している。下層の半導体基板82は、硝酸によって等方性エッチングすることにより空間51を開口されている。半導体基板82を等方性エッチングすると、エッチングによって形成される空間51の内面は凹面となる。従って、この空間51の内面に反射膜54を形成することにより、凹面鏡状の反射面ができる。

【0070】上層及び中層の半導体基板84、83は、それぞれ525 $\mu$ m厚のSiウエハであつて互いに接合されている。2枚の半導体基板83、84を接合したものを異方性エッチングすることにより、下面における開口面積が大きく、上面における開口面積(光出射口53の大きさ)が小さな空間52a、52bを形成することができる。具体的には、上層の半導体基板84の上面に設けるレジストパターンのパターンサイズを0.9mm角とし、光出射口53の寸法を約0.9mm角とした。

【0071】また、上層及び中層の半導体基板84、83と下層の半導体基板82とを接合して一体化された構造物47においては、光出射口53が凹面鏡状をした反射膜54の光軸状上に位置するように組立てられている。好ましくは、LEDチップ77、78から出て凹面鏡状をした反射膜54で反射された光が光出射口53にほぼ集光されるようにするのが望ましい。

【0072】しかし、このような構造物47の構造によれば、LEDチップ77、78から横方向へ出射され

た光や、LEDチップ77、78から出て空洞50内に閉じ込められた光を反射膜54で反射させることにより、光出射口53に集光させることができ、半導体発光装置81の光出射口53から光を効率よく出射させることができる。また、各半導体発光素子77、78から出た光は、直接に、あるいは反射膜54で反射されて光出射口53から外部へ出射されるので、LEDチップ77、78の実装位置が多少ずれていても、発光領域（光出射口53）の位置はずれないし、また出力もほとんど低下しない。さらに、このような構造の半導体発光装置81によれば、その光軸は構造物47と凹面鏡状の反射膜54との位置関係で決まり、LEDチップ45の実装位置に影響されない。

【0073】（第4の実施形態）図12は本発明のさらに別な実施形態による半導体発光装置91を示す断面図である。この半導体発光装置91は、多色発光光源を備えたものであって、主にスポット照明やディスプレイ用照明、光学式カラーセンサ等に用いられるものである。この半導体発光装置91にあっては、ガラス基板42の表面に、AuやAg等の電極配線43、44を設けてあり（図6参照）、この電極配線43の上には、半導体発光素子として130nmと370nmにピークを持つ窒化ガリウム系の青色LEDチップ92をダイボンディングしてあり、青色LEDチップ92と電極配線44との間はボンディングワイヤ93により結線されている。

【0074】ガラス基板42の上には、Siウエハ等の半導体基板を加工することによって形成された構造物47が実装されている。この構造物47は2枚の半導体基板48、49を接合することによって形成されており、内部に10面体状をした空洞50が形成されている。空間51を形成された下層の半導体基板48は、ガラス基板42上に実装された青色LEDチップ92を囲むようにしてガラス基板42上に接合されている。上層の半導体基板49は上方で狭くなった四角錐台状の空間52が形成されており、上面の開口（例えば、0.35mm角の開口）は下層の半導体基板48の下面の開口よりも小さく形成されていて光出射口53となっており、下面の開口は下層の半導体基板48の上面の開口と等しくなっている。従って、下層の半導体基板48の上に上層の半導体基板49を接合して構造物47を形成すると、構造物47の内部には中央部で広がった空洞50が形成される。

【0075】構造物47の内面全体には、AuやAg等の反射率の高い金属材料によるメッキや多層反射膜等によって反射膜54を形成している。また、ガラス基板42の、空洞50の下面に露出している領域では、電極配線43、44間の隙間を小さくしてほぼ全体にAuやAg等の電極配線43、44を設け、ガラス基板42の露出領域でも光の反射率が高くなるようにしている。さらに、空洞50の下部には、青色LEDチップ92から出

射される波長の光に対して透明な樹脂94を充填し、青色LEDチップ92を樹脂94内に封止してあり、該樹脂94にはYAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネット）系の蛍光剤を分散させている。あるいは、樹脂94の表面にYAG系の蛍光剤を塗布してもよい。

【0076】このような半導体発光装置91によれば、青色LEDチップ92と蛍光剤によって多色発光光源が構成されており、青色LEDチップ92から出た光は、樹脂94中の蛍光剤を励起して発光する。従って、青色LEDチップ92の色補正はいうに及ばず、蛍光剤の種類によって数々の波長の光に変換することができる。

【0077】また、多色発光光源の光は、構造物47の光出射口53から直接外部へ出射され、あるいは、構造物47の内面の反射膜54やガラス基板42の電極配線43、44で反射されることによって空洞50内に閉じ込められた後、光出射口53から外部へ出射される。よって、反射膜54による光の反射率を高くして光の損失を小さくすることにより半導体発光装置91を高出力化することができ、光出射口53を小さくすることによって高輝度化することができるので、高輝度、高出力で小型の半導体発光装置91を製作することができる。特に、ガラス基板42の電極配線43、44をAu等の光反射率の高い材料で形成することにより、配線としての機能の他に反射効果も併せ持たせることができ、より高い出力を得ることができる。単に発光領域を制限しただけでは、高輝度かつ高出力の光源を得ることはできないが、この半導体発光装置91では、青色LEDチップ92の光を空洞50内に閉じ込めた後、小さな領域からはほぼロスなく外部へ出射させるようにしているので、高輝度かつ高出力の多色発光光源とすることができる。

【0078】しかも、このフォトセンサは、0.35mm角程度の小さな光出射口53から多色光を出射させることができるので、例えば光学式カラーセンサとして用いた場合には検出精度の良好なカラーセンサが得られる。

【0079】（製造方法）つぎに、この半導体発光装置91の製造方法の一例を図13及び図14により説明する。まず、図13(a)に示すように525μm厚と1050μm厚の各(100)面Siウエハ48、49を用意し、CVD法により各Siウエハ48、49の表面に膜厚2μmのSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜56を成膜する。ついで、各Siウエハ48、49の表面にレジスト膜57を形成し、レジスト膜57をパターニングして開口58をあけ〔図13(b)〕、レジスト膜57の開口58を通してドライエッチングによりSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜56を部分的に除去し、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜56に1.8mm角の正方形の開口59をあける〔図13(c)〕。

【0080】この後、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜56の開口58を通して、80℃のKOH溶液（25％）でSiウエハ48、49をエッチングする。KOH溶液は、異方性エッチン

グ液であって、(100)面のエッチングレートは70  $\mu\text{m}/\text{sec}$ 、(111)面のエッチングレートは約1  $\mu\text{m}/\text{sec}$ であるから、このエッチング工程により、各Siウエハ48、49には、角錐台状をした表裏両面に貫通した空間51、52が開口される〔図13(d)〕。この空間51、52の内面は、Siウエハ48、49の(111)面によって構成される。厚みの大きなSiウエハ49の空間52では、上面における開口寸法は1.8mm角、下面における開口寸法は0.35mm角となっており、厚みの薄いSiウエハ48の空間51では、上面における開口寸法は1.8mm角、下面における開口寸法は1.1mm角となっている。ついで、両Siウエハ48、49の空間51、52内に6000Åの堆積厚でAuを蒸着させると、空間51、52の内面には、膜厚が約3000ÅのAu反射膜54が形成される〔図13(e)〕。

【0081】一方、ガラス基板42の表面に3000Åの膜厚でAuの蒸着膜を成膜し、これをKBr液でウェットエッチングすることによりAu電極配線43、44を得る。

【0082】このガラス基板42の上に下層側のSiウエハ48を重ねて接合し、ガラス基板42の上に構造物47の下部を構成する〔図14(f)〕。ついで、電極配線43上に青色LEDチップ92をダイボンディングし、電極配線44と青色LEDチップ92とをワイヤボンディングし、ガラス基板42上に青色LEDチップ92を実装する〔図14(g)〕。Siウエハ48の空間51内にYAG系の蛍光剤を含んだ樹脂94をポッティングすることにより、樹脂94内に青色LEDチップ92を封止した〔図14(h)〕後、下層側のSiウエハ48の上に上層側のSiウエハ49を重ねて接合し、両Siウエハ48、49によって構造物47を構成し〔図14(i)〕、半導体発光装置91を得る。なお、ガラス基板42の上に多数の半導体発光装置91が一度に形成されている場合には、個別に分離して個々の半導体発光装置91に分離する。

【0083】このように構造物47にSiウエハ48、49を用い、半導体微細加工技術によりSiウエハ48、49を加工するようにすれば、小さくて複雑な形状の構造物47も、容易かつ精密に製作することができる。また、量産が可能で、製作時間も短縮できる。さらに、半導体基板の面方位によらずエッチング速度が一定となる特性(等方性)、あるいは面方位によってエッチング速度が異なる特性(異方性)を利用すれば、精度よく種々の形状を製作でき、構造物製作の自由度を高くすることができる。また、Siウエハ48、49を用いれば、エッチング面の平坦性に優れているので、反射膜54での光反射効果を高くすることができる。

【0084】なお、この実施形態でも、Siウエハによって構造物を製作したが、GaAsなど他の半導体基板

を用いてもよく、さらにガラスや各種樹脂の加工物であってもよい。

【0085】(第5の実施形態)図15は本発明のさらに別な実施形態による半導体発光装置101の構造を示す断面図、図16は基板上に実装されたLEDチップ106、107、108を示す平面図である。この半導体発光装置101においては、表面に酸化膜73を形成したSiウエハ72を基板とし、酸化膜73の上にAuやAg等の電極配線102、103、104、105を形成し、電極配線103の上に青色LEDチップ106、赤色LEDチップ107及び緑色LEDチップ108を実装し、光散乱剤を含有させた、あるいは光散乱剤を塗布した樹脂109中に各LEDチップ106、107、108を封止している。

【0086】この実施形態のように青色、赤色及び緑色のLEDチップ106、107、108を用いれば、各LEDチップ106、107、108のオン/オフや印加電流を制御することにより、白色発光はもちろん、フルカラーでの発光も可能になる。また、基板としてSiウエハ72を用い、構造物47の半導体基板48、49にもSiウエハを用いれば、熱膨張による構造物47と基板との間の接合強度の低下を防ぐことができる。さらに、樹脂109中もしくはその表面に光散乱剤を用いているので、視野角を広くすることができ、広い範囲から見ることができ、多色発光可能なディスプレイ用光源などとして用いるのに好適である。ただし、半導体発光装置101から出射した光を光ファイバに入光させる場合など、使用する状況によっては光散乱剤は必ずしも必要でない。

【0087】(第6の実施形態)図17は本発明のさらに別な実施形態による半導体発光装置111の構造を示す断面図である。この半導体発光装置111にあっては、表面に酸化膜73を形成したSiウエハ72を基板とし、酸化膜73の上にAuやAg等の電極配線102～105を形成し(図16参照)、電極配線103の上に青色LEDチップ106、赤色LEDチップ107及び緑色LEDチップ108を実装し、光散乱剤を分散させた樹脂109内に各LEDチップ106～108を封止している。

【0088】また、この実施形態では、3層の半導体基板(Siウエハ)82、83、84によって構造物47を構成している。下層の半導体基板82は、構造物47の下半分を構成しており、上層及び中層の半導体基板84、83は、構造物47の上半分を構成している。下層の半導体基板82は、硝酸によって等方性エッチングすることにより空間51を開口されている。半導体基板82を等方性エッチングすると、エッチングによって形成される空間51の内面は凹面となる。従って、この空間51の内面に反射膜54を形成することにより、凹面鏡状の反射面ができる。

【0089】上層及び中層の半導体基板84、83は、それぞれ525 $\mu$ m厚ウエハであって互いに接合されている。2枚の半導体基板83、84を接合したものを異方性エッチングすることにより、下面における開口面積が大きく、上面における開口面積（光出射口53の大きさ）が小さな空間を形成することができる。具体的には、上層の半導体基板84の上面に設けるレジストパターンのパターンサイズを1.1mm角とし、光出射口53の寸法を約1.1mm角とした。

【0090】また、上層及び中層の半導体基板84、83と下層の半導体基板82とを接合して一体化された構造物47においては、光出射口53が凹面鏡状をした反射膜54の光軸状上に位置するように組立てられる。好ましくは、各LEDチップ106～108から出て凹面鏡状をした反射膜54で反射された光が光出射口53にほぼ集光されるようにするのが望ましい。

【0091】しかし、このような構造物47の構造によれば、LEDチップ106～108から横方向へ出射された光や、LEDチップ106～108から出て空洞50内に閉じ込められた光を反射膜54で反射させることにより、光出射口53に集光させることができ、半導体発光装置111の光出射口53から光を効率よく出射させることができる。また、各半導体発光素子106～108から出た光は、直接に、あるいは反射膜54で反射されて光出射口53から外部へ出射されるので、LEDチップ106～108の実装位置が多少ずれていても、発光領域（光出射口53）の位置はずれないし、また出力もほとんど低下しない。さらに、このような構造の半導体発光装置によれば、その光軸は構造物47と凹面鏡状の反射膜54との位置関係で決まり、LEDチップ106～108の実装位置に影響されない。

【0092】また、各LEDチップ106～108から出た各色の光は光散乱剤で散乱されることにより、混色性も良好となる。

【0093】このような半導体発光装置は、例えば光学式カラーセンサ、光ファイバを用いた照明、ディスプレイ、インテリア用照明等への応用が考えられる。

【0094】（第7の実施形態）図18は本発明のさらに別な実施形態による半導体発光装置121において構造物47の上部を除いた状態を示す平面図である。この実施形態では、基板上に電極配線122、123、124、125、126を形成し、電極配線124の上に発光波長の異なるLEDチップ127、128、129、130を実装する場合の配置を示している。また、このように4個のLEDチップ127～130を実装する場合、図19に示す半導体発光装置131のように、電極配線124及びLEDチップ127～130の配置を基板及び構造物47に対して45度回転させるようにすれば、構造物47の内部空間を小さくでき、半導体発光装置131をより小型化できる。

【0095】（第8の実施形態）図20は本発明のさらに別な実施形態による半導体発光装置アレイ132を示す平面図である。この半導体発光装置アレイ132は、上記実施形態のいずれかの半導体発光装置133を縦横に複数個ずつ配列して一体に構成したものである。

【0096】本発明の半導体発光装置133にあっては、半導体発光素子の実装位置がずれた場合でも構造物からの光出力は大きく変化せず、光軸ずれも反射膜54の形状等で定まるので、半導体発光素子の実装位置のずれは半導体発光装置133の光学的特性に影響しない。よって、このような半導体発光装置133をアレイ状に配列した場合には、各半導体発光装置133からの光出射領域を精度よく作製できる。よって、半導体発光装置アレイ132から出た光をレンズアレイで集光させる場合やファイバアレイへ導入する場合などには、同じ配列ピッチのレンズアレイやファイバアレイと半導体発光装置アレイ132との光軸合わせが容易となり、組立て性が良好となる。

【0097】（第9の実施形態）図21は本発明のさらに別な実施形態による反射型フォトセンサ141を示す断面図である。このフォトセンサ141にあっては、ガラス基板42の表面に、AuやAg等の電極配線43、44（図6参照）を設けてあり、この電極配線43の上には、半導体発光素子としてLEDチップ45をダイボンディングしてあり、LEDチップ45と電極配線44との間はボンディングワイヤ46により結線されている。

【0098】ガラス基板42の上には、Siウエハ等の半導体基板を加工することによって形成された構造物47が実装されている。この構造物47は2枚の半導体基板48、49を接合することによって形成されており、内部に10面体状をした空洞50が形成されている。すなわち、下層の半導体基板48には上方で広くなった四角錐台状の空間51が形成されており、当該空間51は上面及び下面で開口している。下層の半導体基板48は、ガラス基板42上に実装されたLEDチップ45を囲むようにしてガラス基板42上に接合されている。上層の半導体基板49は上方で狭くなった四角錐台状の空間52が形成されており、上面の開口（例えば、0.35mm角の開口）は下層の半導体基板48の下面の開口よりも小さく形成されていて光出射口53となっており、下面の開口は下層の半導体基板48の上面の開口と等しくなっている。従って、下層の半導体基板48の上に上層の半導体基板49を接合して構造物47を形成すると、構造物47の内部には中央部で広くなった空洞50が形成される。

【0099】構造物47の内面全体には、AuやAg等の反射率の高い金属材料によるメッキや多層反射膜等によって反射膜54を形成している。また、ガラス基板42の、空洞50の下面に露出している領域では、電極配

線43、44間の隙間を小さくしてほぼ全体にAuやAg等の電極配線43、44を設け、ガラス基板42の露出領域でも光の反射率が高くなるようにしている。

【0100】また、構造物47の上面の光出射口53と隣接する位置には、図22に示すように、受光素子142が形成されている。

【0101】しかして、このようなフォトセンサ141によれば、LEDチップ45から出た光は、構造物47の光出射口53から直接外部へ出射され、あるいは、構造物47の内面の反射膜54やガラス基板42の電極膜で反射されることによって空洞50内に閉じ込められた後、光出射口53から外部へ出射される。

【0102】そして、反射膜54による光の反射率を高くして光の損失を小さくすることによりフォトセンサ141を高出力化することができ、光出射口53を小さくすることによって高輝度化することができるので、光出射口53から出射される光を高輝度かつ高出力にすることができる。そして、この光を0.35mm角の光出射口53から上方へ出射するので、上方に検知対象物が存在しない場合には、受光素子142にはほとんど反射光が入射せず、受光素子142が検知対象物からの反射光を受光している時と受光していない時とのS/N比を高くすることができる。さらに、光出射口53と受光素子142とは同一平面に形成されているので、光出射口53から出射された光が直接に受光素子142に入射することがないので、よりS/N比を高くすることができ、フォトセンサ141の検出感度を高くできる。

【0103】また、このフォトセンサ141にあっては、半導体発光素子45と受光素子142が一体化しているので、フォトセンサ141を非常に小型化することができる。しかも、発光領域である光出射口53と受光素子142がごく接近した位置に形成されるので、検出可能な下限距離を短くでき、非常に近くに位置する検知対象物も高精度に検出できる。

【0104】また、構造物47の内面に反射膜54を形成し、ガラス基板42の電極配線43、44をAu等の光反射率の高い材料で形成することにより、構造物47の光出射口53から取り出される光出力を高くできるので、さらにS/N比が高くなる。

【0105】(製造方法) つぎに、このフォトセンサ141の製造方法の一例を図23及び図24により説明する。まず、図23(a)に示すように受光素子142が形成された525 $\mu$ m厚と1050 $\mu$ m厚の各(100)面Siウエハ48、49を用意し、CVD法により各Siウエハ48、49の表面に膜厚2 $\mu$ mのSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜56を成膜する。ついで、各Siウエハ48、49の表面にレジスト膜57を形成し、レジスト膜57をパターンニングして開口58をあけ[図23(b)]、レジスト膜57の開口58を通してドライエッチングによりSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜56を部分的に除去し、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜56に1.

8mm角の正方形の開口59をあける[図23(c)]。

【0106】この後、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜56の開口58を通して、80℃のKOH溶液(25%)でSiウエハ48、49をエッチングする。KOH溶液は、異方性エッチング液であって、(100)面のエッチングレートは70 $\mu$ m/sec、(111)面のエッチングレートは約1 $\mu$ m/secであるから、このエッチング工程により、各Siウエハ48、49には、角錐台状をした表裏両面に貫通した空間51、52が開口される[図23(d)]。この空間51、52の内面は、Siウエハ48、49の(111)面によって構成される。厚みの大きなSiウエハ49の空間52では、上面における開口寸法は1.8mm角、下面における開口寸法は0.35mm角となっており、厚みの薄いSiウエハ48の空間51では、上面における開口寸法は1.8mm角、下面における開口寸法は1.1mm角となっている。ついで、両Siウエハ48の空間51内に6000Åの堆積厚でAuを蒸着させると、空間51、52の内面には、膜厚が約3000ÅのAu反射膜54が形成される[図23(e)]。

【0107】一方、ガラス基板42の表面に3000Åの膜厚でAuの蒸着膜を成膜し、これをKBr液でウェットエッチングすることにより図6(a)(b)に示したようなパターンにパターンニングしてAu電極配線43、44を得る。

【0108】このガラス基板42の上に下層側のSiウエハ48を重ねて接合し、ガラス基板42の上に構造物47の下部を構成する[図24(f)]。ついで、電極配線43上にLEDチップ45をダイボンディングし、電極配線44とLEDチップ45とをワイヤボンディングし、ガラス基板42上にLEDチップ45を実装する[図24(g)]。この後、受光素子142が形成された面が上になるようにして下層側のSiウエハ48の上に上層側のSiウエハ49を重ねて接合し、両Siウエハ48、49によって構造物47を構成し[図24(h)]、フォトセンサ141を得る。なお、ガラス基板42の上に多数のフォトセンサ141が一度に形成されている場合には、個別に分離して個々のフォトセンサ141に分離する。

【0109】このように構造物47にSiウエハ48、49を用い、半導体微細加工技術によりSiウエハ48、49を加工するようにすれば、小さくて複雑な形状の構造物47も、容易かつ精密に製作することができる。また、量産が可能で、製作時間も短縮できる。さらに、半導体基板の面方位によらずエッチング速度が一定となる特性(等方性)、あるいは面方位によってエッチング速度が異なる特性(異方性)を利用すれば、精度よく種々の形状を製作でき、構造物製作の自由度を高くすることができる。また、Siウエハ48、49を用いれ

ば、エッチング面の平坦性に優れているので、反射膜54での光反射効果を高くすることができる。

【0110】なお、構造物はここではSiウエハにより製作したが、GaAs等の半導体基板によって製作してもよく、またガラスや樹脂等によって製作してもよい。

【0111】(第10の実施形態)図25は本発明のさらに別な実施形態によるフォトセンサ151の構造を示す断面図である。このフォトセンサ151においては、表面に酸化膜73を形成したSiウエハ72を基板とし、酸化膜73の上にAuやAg等の電極配線74、75を形成し、電極配線74の上にLEDチップ45を実装している。構造物47を構成する2枚の半導体基板48、49のうち上部の半導体基板49としては、(100)面から傾いたSiウエハを用いている。この傾きは任意の方向でよいが、その傾き角度は30度以内が望ましい。特に、(100)面から15度傾いたSiウエハが望ましい。

【0112】このフォトセンサ151では、上部の半導体基板49として、(100)面から傾いたSiウエハ49を用いているから、空洞50の上部の中心軸も傾き、上部の半導体基板49をエッチングして空間52を形成する際、空間52が半導体基板49に対して傾いた状態で形成される。そのため、構造物47内の空洞50も図25に示すように傾き、光出射口53の位置も中心から外れることになる。そして、受光素子142は空洞50の上部が傾いている側に設けられる。そのため、光出射口53から出射される光の強度も受光素子142側へ傾いた方向でピークとなり、フォトセンサ151のS/N比がさらに良好となる。

【0113】また、基板としてSiウエハ72を用い、構造物47にもSiウエハを用いるようにすれば、熱膨張による構造物47と基板との間の接合強度の低下を防ぐことができる。

【0114】(第11の実施形態)図26は本発明のさらに別な実施形態によるフォトセンサ152の構造を示す断面図である。このフォトセンサ152にあつては、表面に酸化膜73を形成したSiウエハ72を基板とし、酸化膜73の上にAuやAg等の電極配線74、75を形成し、電極配線74の上にLEDチップを実装している。

【0115】また、この実施形態では、3層の半導体基板(Siウエハ)82、83、84によって構造物47を構成している。下層の半導体基板82は、構造物47の下半分を構成しており、上層及び中層の半導体基板84、83は、構造物47の上半分を構成している。下層の半導体基板82は、硝酸によって等方性エッチングすることにより空間51を開口されている。半導体基板82を等方性エッチングすると、エッチングによって形成される空間51の内面は凹面となる。従つて、この空間51の内面に反射膜54を形成することにより、凹面鏡

状の反射面ができる。

【0116】上層及び中層の半導体基板84、83は、それぞれ525 $\mu$ m厚ウエハであつて互いに接合されている。2枚の半導体基板83、84を接合したものを異方性エッチングすることにより、下面における開口面積が大きく、上面における開口面積(光出射口53の大きさ)が小さな空間52a、52bを形成することができる。具体的には、上層の半導体基板84の上面に設けるレジストパターンのパターンサイズを1.1mm角とし、光出射口53の寸法を約1.1mm角とした。

【0117】また、上層及び中層の半導体基板84、83と下層の半導体基板82とを接合して一体化された構造物47においては、光出射口53が凹面鏡状をした反射膜54の光軸上に位置するように組立てられている。好ましくは、LEDチップ45から出て凹面鏡状をした反射膜54で反射された光が光出射口53にほぼ集光されるようにするのが望ましい。

【0118】しかして、このような構造物47の構造によれば、LEDチップ45から横方向へ出射された光や、LEDチップ45から出て空洞50内に閉じ込められた光を反射膜54で反射させることにより、光出射口53に集光させることができ、フォトセンサ152の光出射口53から光を効率よく出射させることができる。また、各半導体発光素子45から出た光は、直接に、あるいは反射膜54で反射されて光出射口53から外部へ出射されるので、LEDチップ45の実装位置が多少ずれていても、発光領域(光出射口53)の位置はずれないし、また出力もほとんど低下しない。さらに、このような構造のフォトセンサ152によれば、その光軸は構造物47と凹面鏡状の反射膜54との位置関係で決まり、LEDチップ45の実装位置に影響されない。

【0119】(第12の実施形態)図27及び図28は光出射口53と受光素子142との異なる配置を示している。すなわち、図27の実施形態では、光出射口53の周囲を囲むように環状の受光素子142を設けている。このような配置によれば、反射光の受光量を増加させることができるので、フォトセンサの検出感度を高感度にする事ができる。また、図28の実施形態では、光出射口53を囲んで複数の受光素子142を設けている。このような配置によれば、各受光素子の受光量やその変化量から、検知対象物の位置や移動方向を検出することができる。

【0120】(第13の実施形態)図29は本発明のさらに別な実施形態によるフォトセンサアレイ153を示す平面図である。このフォトセンサアレイ153は、上記実施形態のいずれかのフォトセンサ154を縦横に複数個ずつ配列して一体に構成したものである。

【0121】本発明のフォトセンサ154にあつては、半導体発光素子の実装位置がずれた場合でも構造物からの光出力は大きく変化せず、光軸ずれも反射膜54の形

状等で定まるので、半導体発光素子の実装位置のずれはフォトセンサ154の光学的特性に影響しないので、このようなフォトセンサ154をアレイ状に配列した場合には、各フォトセンサ154からの光出射領域を精度よく作製できる。よって、フォトセンサアレイ153から出た光をレンズアレイで集光させる場合やファイバアレイへ導入する場合などには、同じ配列ピッチのレンズアレイやファイバアレイとフォトセンサアレイ152との光軸合わせが容易となり、組立て性が良好になる。

#### 【0122】

【発明の効果】請求項1に記載の半導体発光装置によれば、半導体発光素子から出た光を当該半導体発光素子を取り囲むように形成された構造物の内面で反射させることによって構造物と基板に囲まれた空間に閉じ込め、限定された領域から外部へ取り出すようにしているので、半導体発光素子から出た光をきわめて低損失で、限定された領域から外部へ出射させることができ、高輝度かつ高出力の半導体発光装置を製作することができる。

【0123】請求項2に記載の半導体発光装置によれば、請求項1に記載した半導体発光装置において、発光波長の等しい複数の半導体発光素子を基板上に実装することにより、同一発光波長の半導体発光素子を同時に発光させることができ、大光量の光を光取り出し領域から外部へ出射させることができ、半導体発光装置の光出力をより大きくすることができる。

【0124】また、請求項2に記載の半導体発光装置によれば、発光波長の異なる複数の半導体発光素子を基板上に実装することにより、多波長の半導体発光装置を製作することができる。しかして、発光波長の異なる半導体発光素子を順次発光させることにより、半導体発光装置の発光波長を変化させることができる（特に、可視光であれば、発光色を変化させることができる）。また、発光波長の異なる半導体発光素子を同時に発光させることにより、例えば可視光であれば混色によって中間色での発光も可能になる。

【0125】請求項3に記載の半導体発光装置によれば、多色発光光源から出た光を当該半導体発光素子を取り囲むように形成された構造物の内面で反射させることによって構造物と基板に囲まれた空間に閉じ込め、限定された領域から外部へ取り出すようにしているので、半導体発光素子から出た光をきわめて低損失で、限定された領域から外部へ出射させることができ、高輝度かつ高出力の多色発光可能な半導体発光装置を製作することができる。しかも、多色発光光源を構造物内に納めるだけでよいので、製作も容易に行なうことができる。

【0126】請求項4に記載の半導体発光装置によれば、請求項3に記載の半導体発光装置において、半導体発光素子と該半導体発光素子の発光によって励起され蛍光を発する蛍光剤とによって多色発光光源が形成されているから、半導体発光素子の光によって蛍光剤を励起さ

せることができ、半導体発光装置の輝度を高くできる。また、蛍光剤によって半導体発光素子の光の波長を種々の波長の光に変換することができる。しかも、多色発光光源として用いられる半導体発光装置の生産も容易に行なえる。

【0127】請求項5に記載の半導体発光装置によれば、請求項3に記載の半導体発光装置において、少なくとも2種類以上の半導体発光素子で多色発光光源を構成しているので、各半導体発光素子の光を混合することにより多様な色で発光させることができる。しかも、各半導体発光素子から出た光は構造物内に閉じ込められ、光取り出し領域から取り出されるので、波長の異なる複数の半導体発光素子を発光させた場合も色分離が起こりにくい。

【0128】請求項6に記載の半導体発光装置によれば、請求項5に記載の半導体発光装置において、赤色と緑色と青色の3つの発光色の半導体発光素子の組み合わせにより構成されているから、白色光源を得ることができる。また、各半導体発光素子の発光/非発光を切り替えたり、注入電流を制御したりすることにより、フルカラーで発光させることも可能になる。

【0129】請求項7に記載の半導体発光装置によれば、請求項1又は3に記載の半導体発光装置において、半導体材料により前記構造物を形成しているので、フォトリソグラフィ等の半導体微細加工技術を用いることにより、微小な構造物を精密に製作することができ、非常に小さくて高輝度、高出力の半導体発光装置を製作することができる。

【0130】請求項8に記載の半導体発光装置によれば、請求項1又は3に記載の半導体発光装置において、基板にも半導体発光素子の光を反射させるための加工を施しているので、基板における光の透過や吸収も減少させることができ、半導体発光装置をより高出力化することができる。

【0131】請求項9に記載の半導体発光装置によれば、請求項1又は3に記載の半導体発光装置において、前記構造物の内面に、構造物内の光を前記光取り出し領域に集める機能を持たせているから、半導体発光素子から出た光の取り出し効率を高めることができる。

【0132】請求項1～9に記載した半導体発光装置は、半導体発光素子の実装位置のずれに対する影響が少ないので、請求項10に記載の半導体発光装置アレイによれば、このような半導体発光装置を配列させて一体化することにより、発光点を精度よく配列させることができ、レンズアレイやファイバアレイとの組合わせも容易となる。

【0133】請求項11に記載のフォトセンサによれば、半導体発光素子から出た光を構造物と基板に囲まれた空間に閉じ込め、限定された領域から外部へ取り出すようにしているので、半導体発光素子から出た光を限定

された領域から外部へ出射させることができる。一方、受光素子は光取り出し領域と同一平面に設けられているので、光取り出し領域から出射された光が直接に受光素子で受光されることがない。よって、検知対象物で反射した光の検出時と非検出時とのSN比を高くすることができる。

【0134】また、半導体発光素子と受光素子が一体化しているので、フォトセンサを非常に小型化することができる。さらに、発光素子と受光素子はごく近傍に設けられているので、検知対象物もごく近傍でも精度よく検出することができる。

【0135】請求項12に記載のフォトセンサによれば、請求項11に記載のフォトセンサにおいて、前記構造物の内面または前記基板のうち少なくとも一方に、半導体発光素子の光を反射させるための加工が施されているから、構造物の光取り出し領域から出射される光の出力が大きくなり、SN比がさらに向上する。

【0136】請求項13に記載のフォトセンサによれば、請求項11に記載のフォトセンサにおいて、前記光取り出し領域を取り囲むように受光素子が形成されているので、フォトセンサの検出感度を高感度にすることができる。

【0137】請求項14に記載のフォトセンサによれば、請求項11に記載のフォトセンサにおいて、受光素子を複数備えているから、検知対象物の位置や動作方向を識別することもできる。

【0138】請求項15に記載のフォトセンサによれば、請求項11に記載のフォトセンサにおいて、前記構造物の内部に設けた空洞の軸心方向を基板に対して傾斜させているから、光取り出し領域からの光出射方向を傾斜させることができ、フォトセンサのS/N比を向上させることができる。

【0139】請求項11～15に記載したフォトセンサによれば、半導体発光素子の実装位置のずれに対する影響が少ないので、請求項16に記載のフォトセンサアレイによれば、各フォトセンサの光出射領域（光取り出し領域）を精度よく配置させることができ、高精度なフォトセンサアレイが得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】従来の多色発光可能な半導体発光素子の構造を示す断面図である。

【図2】従来のフォトセンサの構造を示す断面図である。

【図3】従来の別なフォトセンサの構造を示す断面図である。

【図4】本発明の一実施形態による半導体発光装置の外観斜視図である。

【図5】図4の半導体発光装置の断面図である。

【図6】図4の半導体発光装置において、基板上に設けられた電極配線や構造物の下部を示す平面図である。

【図7】(a)～(e)は図4の半導体発光装置の製造工程を示す概略断面図である。

【図8】(f)～(i)は図7の続図である。

【図9】本発明の別な実施形態による半導体発光装置の断面図である。

【図10】図9の半導体発光装置において、基板上に設けられた電極配線や構造物の下部を示す平面図である。

【図11】本発明のさらに別な実施形態による半導体発光装置の断面図である。

【図12】本発明のさらに別な実施形態による半導体発光装置の断面図である。

【図13】(a)～(e)は図12の半導体発光装置の製造工程を示す概略断面図である。

【図14】(f)～(i)は図13の続図である。

【図15】本発明のさらに別な実施形態による半導体発光装置の断面図である。

【図16】図15の半導体発光装置において、基板上に設けられた電極配線や構造物の下部を示す平面図である。

【図17】本発明のさらに別な実施形態による半導体発光装置の断面図である。

【図18】本発明のさらに別な実施形態による半導体発光装置において、基板上に設けられた電極配線や構造物の下部を示す平面図である。

【図19】本発明のさらに別な実施形態による半導体発光装置において、基板上に設けられた電極配線や構造物の下部を示す平面図である。

【図20】本発明のさらに別な実施形態による半導体発光装置アレイの平面図である。

【図21】本発明のさらに別な実施形態によるフォトセンサの断面図である。

【図22】図21のフォトセンサにおいて、光出射口と受光素子の位置関係を示す図である。

【図23】(a)～(e)は図21のフォトセンサの製造工程を示す概略断面図である。

【図24】(f)～(h)は図23の続図である。

【図25】本発明のさらに別な実施形態によるフォトセンサの断面図である。

【図26】本発明のさらに別な実施形態によるフォトセンサの断面図である。

【図27】本発明のさらに別な実施形態によるフォトセンサにおいて、光出射口と受光素子を示す図である。

【図28】本発明のさらに別な実施形態によるフォトセンサにおいて、光出射口と受光素子を示す図である。

【図29】本発明のさらに別な実施形態によるフォトセンサアレイの平面図である。

#### 【符号の説明】

42 ガラス基板

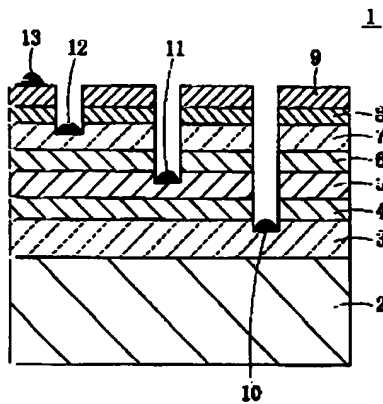
45 LEDチップ

47 構造物

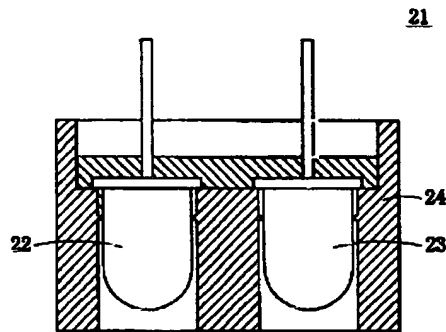
48、49 構造物を構成する半導体基板（Siウエハ）  
 50 構造物の空洞  
 53 光出射口  
 54 反射膜  
 55 封止用の樹脂  
 92 青色LEDチップ

94 蛍光剤を含んだ樹脂  
 106、107、108 青色、赤色、緑色のLEDチップ  
 109 光散乱剤を含んだ樹脂  
 132 半導体発光装置アレイ  
 142 受光素子  
 153 フォトセンサアレイ

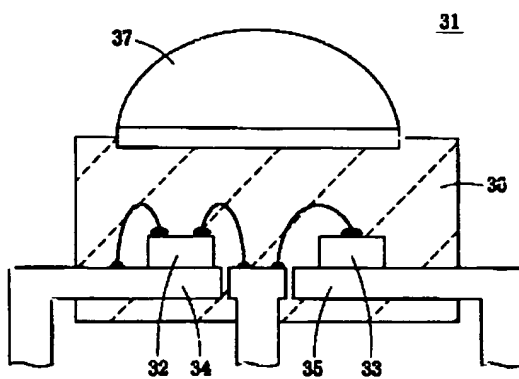
【図1】



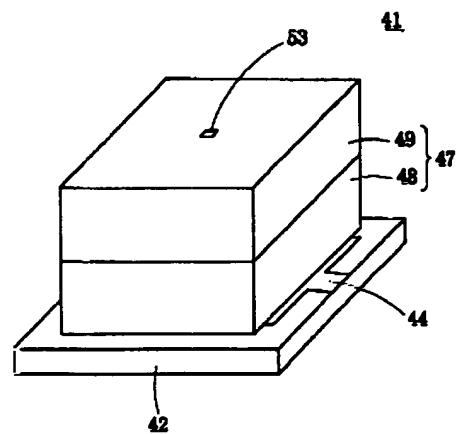
【図2】



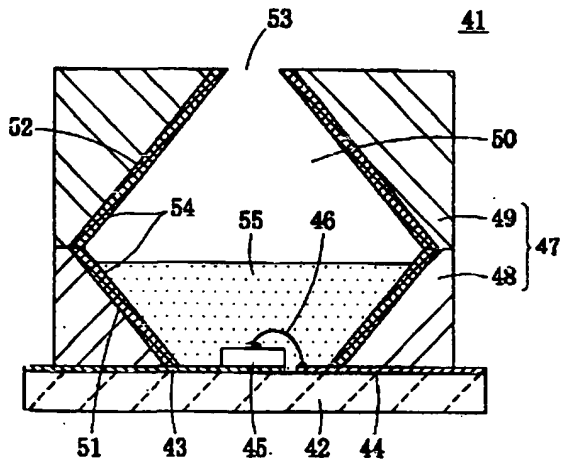
【図3】



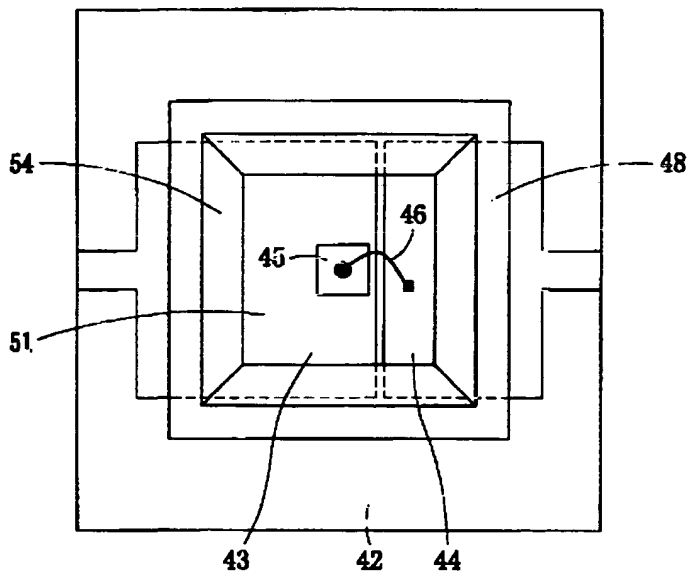
【図4】



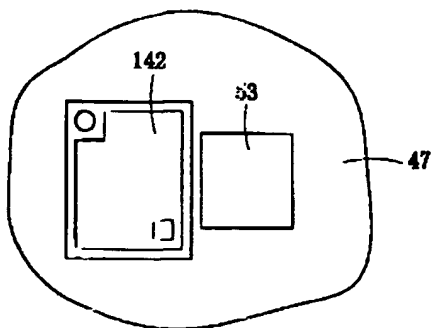
【図5】



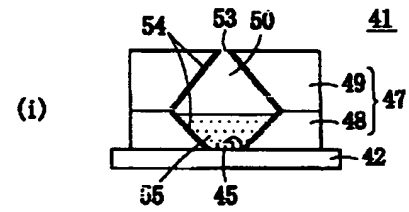
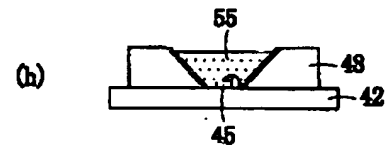
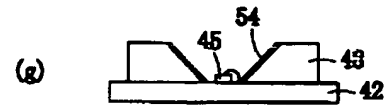
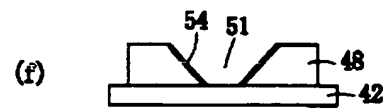
【図6】



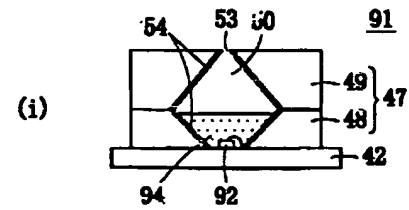
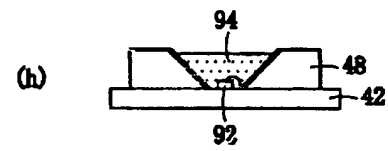
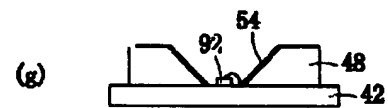
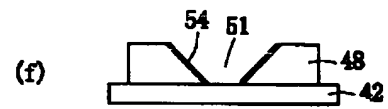
【図22】



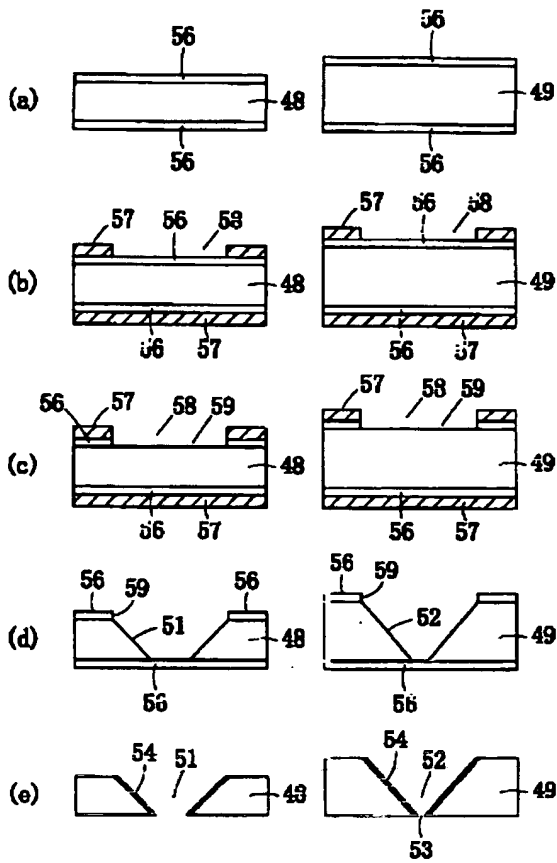
【図8】



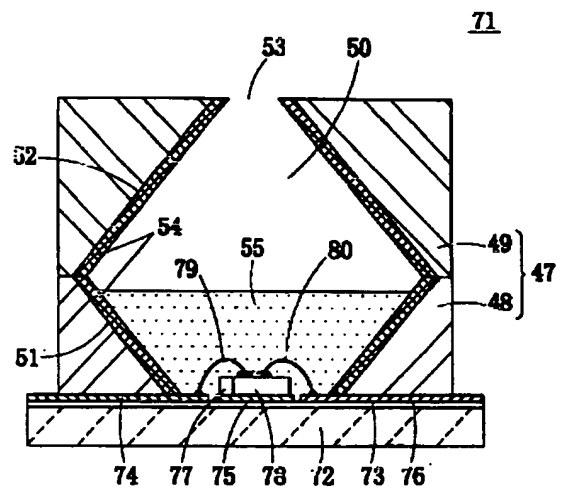
【図14】



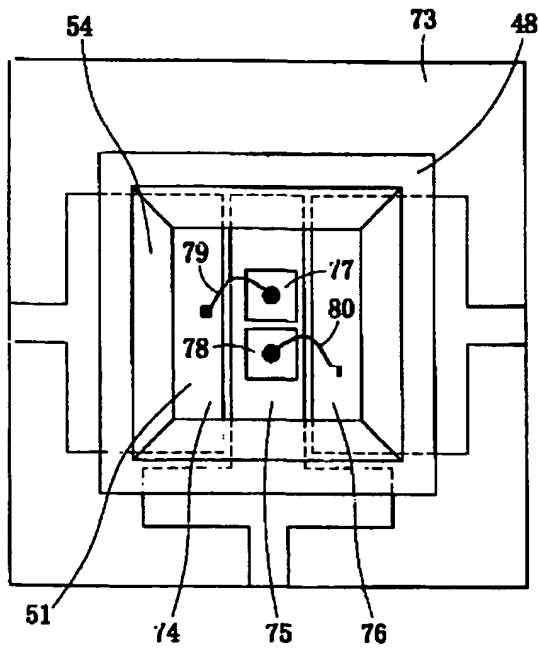
【図7】



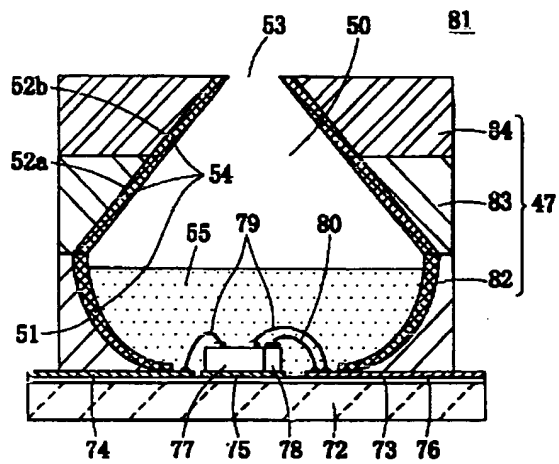
【図9】



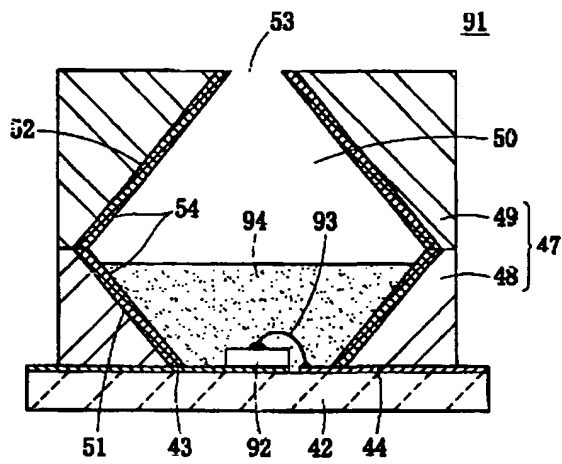
【図10】



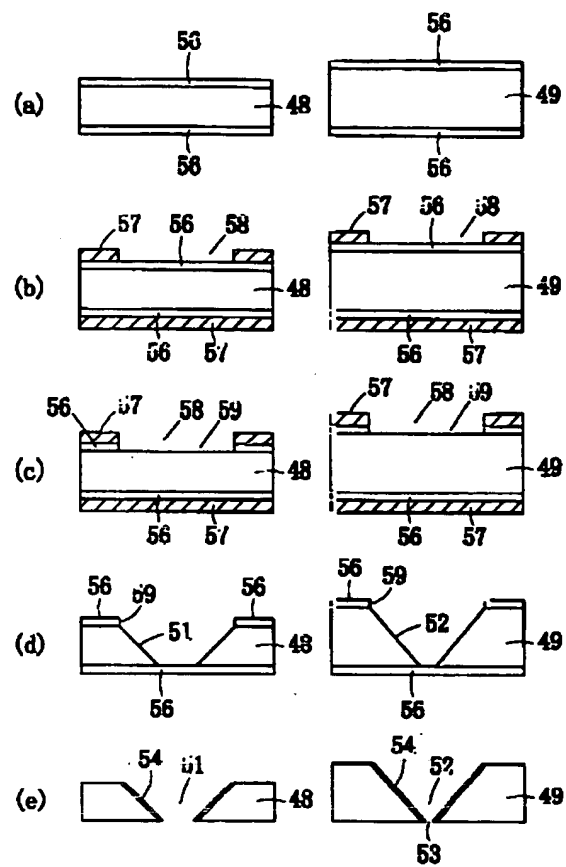
【図11】



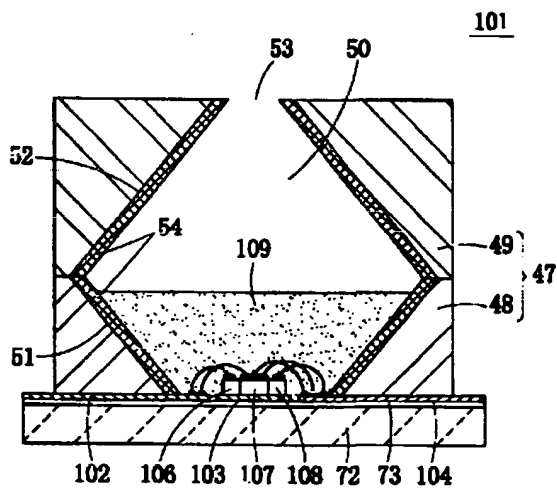
【图12】



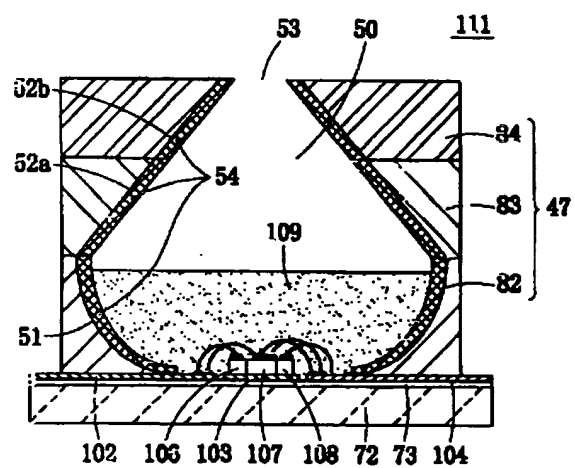
【图13】



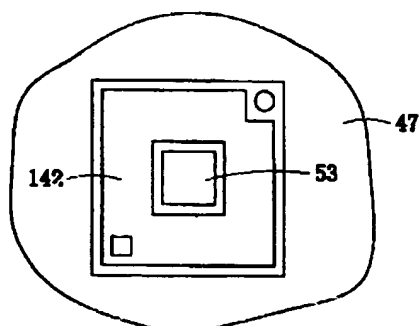
【图15】



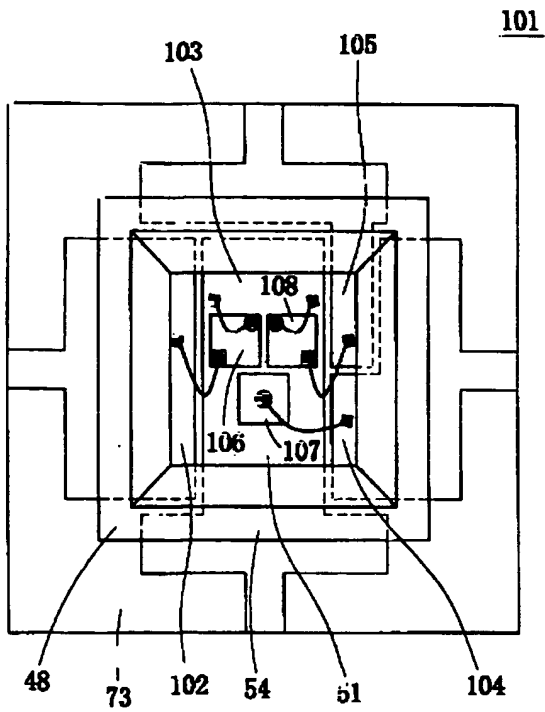
【图17】



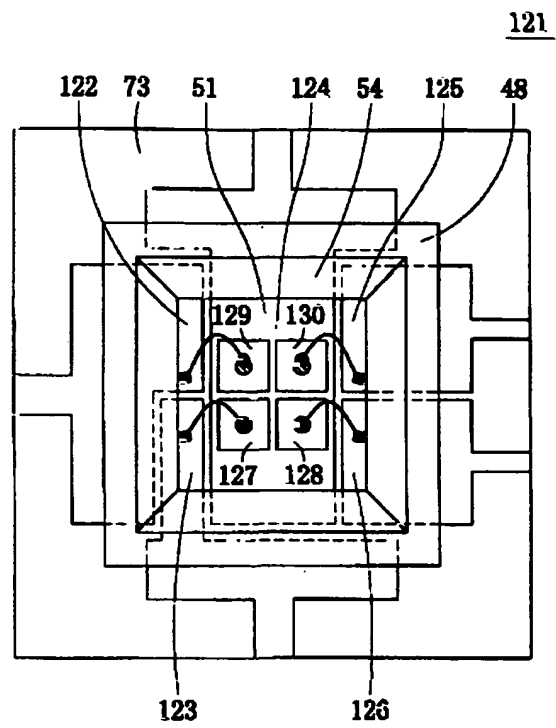
【圖27】



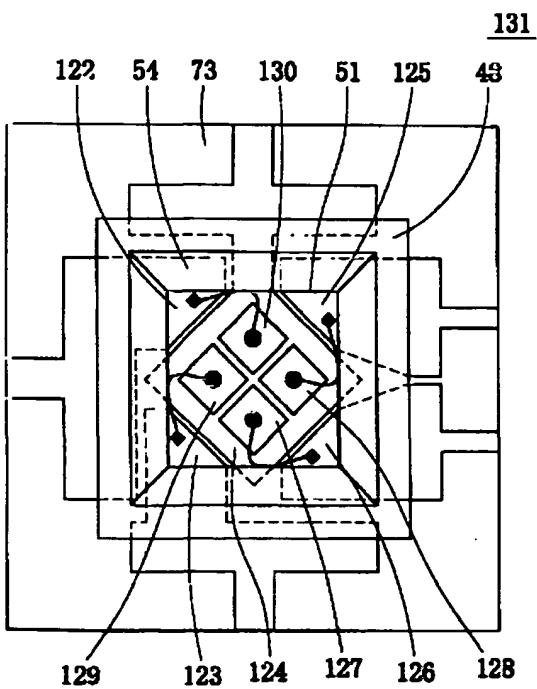
【図16】



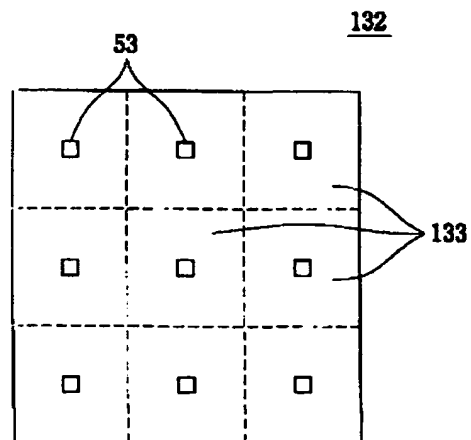
【図18】



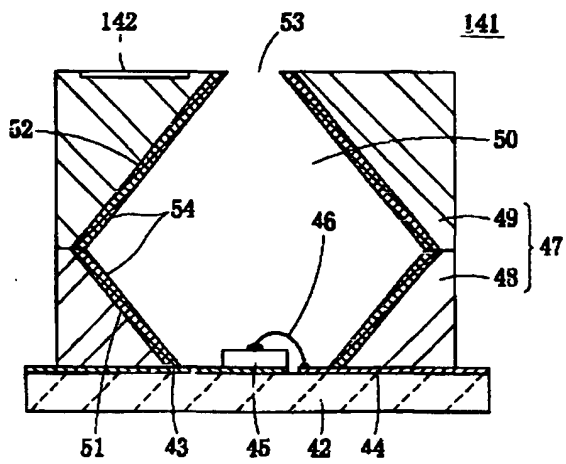
【図19】



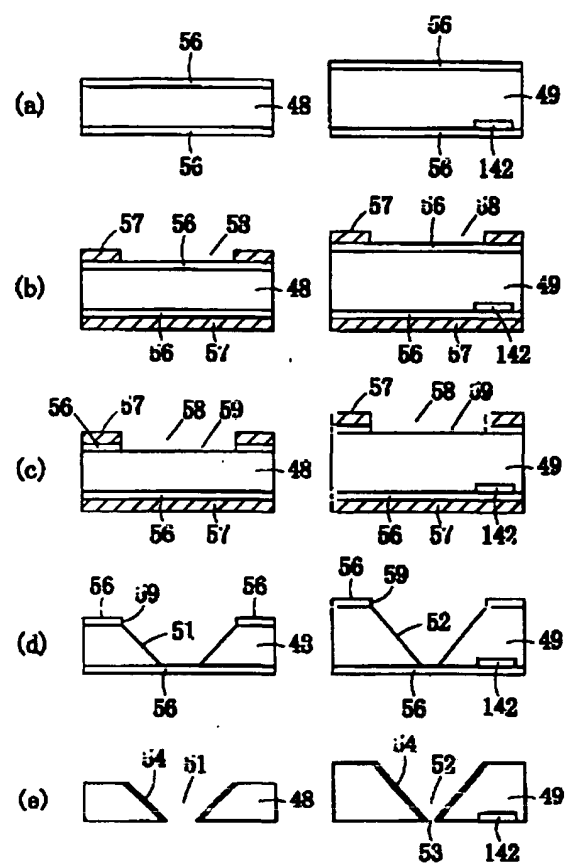
【図20】



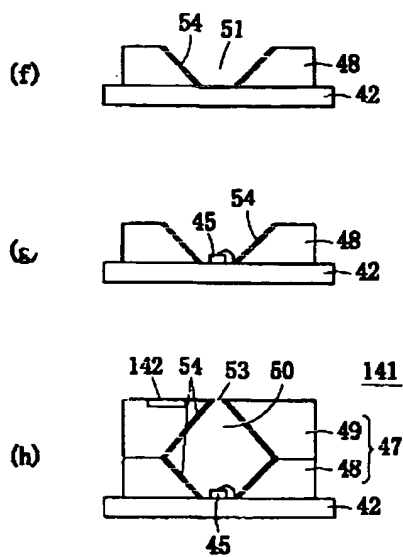
【図21】



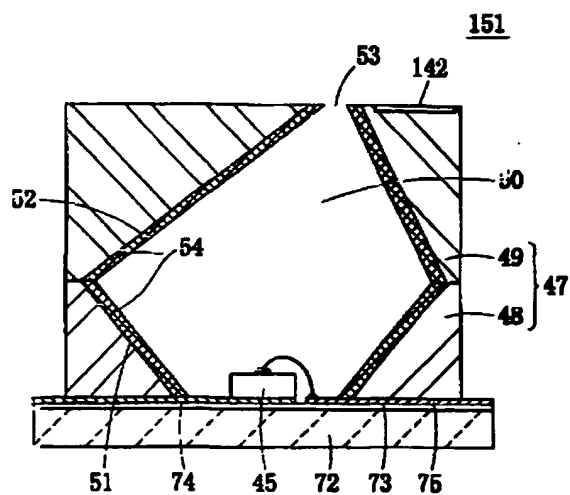
【図23】



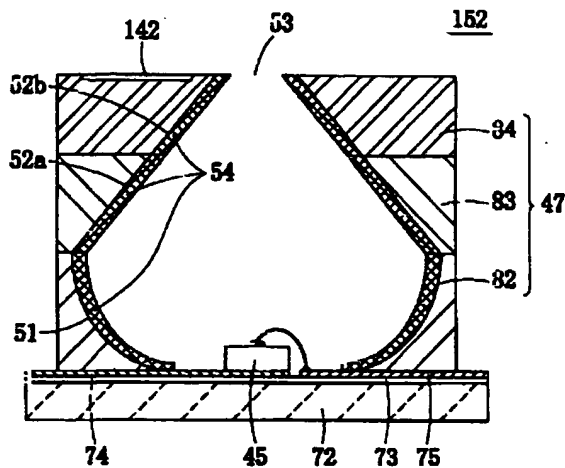
【図24】



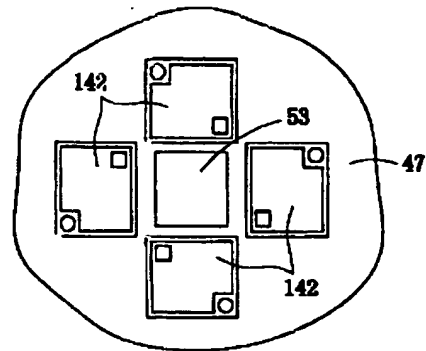
【図25】



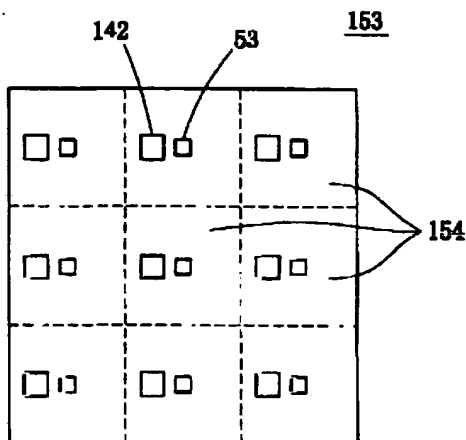
【図26】



【図28】



【図29】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年6月14日（1999. 6. 14）

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0060

【補正方法】変更

【補正内容】

【0060】この後、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜56の開口58を通して、80℃のKOH溶液（25%）でSiウエハ48、49をエッチングする。KOH溶液は、異方性エッチング液であって、（100）面のエッチングレートは70  $\mu\text{m/h}$ 、（111）面のエッチングレートは約1  $\mu\text{m/h}$ であるから、このエッチング工程により、各Siウエハ48、49には、角錐台状をした表裏両面に貫通し

た空間51、52が開口される〔図7（d）〕。この空間51、52の内面は、Siウエハ48、49の（111）面によって構成される。厚みの大きなSiウエハ49の空間52では、上面における開口寸法は1.6 mm角、下面における開口寸法は0.15 mm角となっており、厚みの薄いSiウエハ48の空間51では、上面における開口寸法は1.6 mm角、下面における開口寸法は0.9 mm角となっている。ついで、両Siウエハの空間内に6000 Åの堆積厚でAuを蒸着させると、空間51、52の内面には、膜厚が約3000 ÅのAu反射膜54が形成される〔図7（e）〕。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0080

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0080】この後、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜56の開口58を通して、80℃のKOH溶液（25%）でSiウエハ48、49をエッチングする。KOH溶液は、異方性エッチング液であって、（100）面のエッチングレートは70  $\mu\text{m}/\text{h}$ 、（111）面のエッチングレートは約1  $\mu\text{m}/\text{h}$ であるから、このエッチング工程により、各Siウエハ48、49には、角錐台状をした表裏両面に貫通した空間51、52が開口される〔図13（d）〕。この空間51、52の内面は、Siウエハ48、49の（111）面によって構成される。厚みの大きなSiウエハ49の空間52では、上面における開口寸法は1.8mm角、下面における開口寸法は0.35mm角となっており、厚みの薄いSiウエハ48の空間51では、上面における開口寸法は1.8mm角、下面における開口寸法は1.1mm角となっている。ついで、両Siウエハ48、49の空間51、52内に6000Åの堆積厚でAuを蒸着させると、空間51、52の内面には、膜厚が約3000ÅのAu反射膜54が形成される〔図13（e）〕。

## 【手続補正4】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0094

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0094】（第7の実施形態）図18は本発明のさらに別な実施形態による半導体発光装置121において構造物47の上部を除いた状態を示す平面図である。この実施形態では、基板上に電極配線122、123、124、125、126を形成し、電極配線124の上に発

光波長の異なるLEDチップ127、128、129、130を実装する場合の配置を示している。また、このように4個のLEDチップ127～130を実装する場合、図19に示す半導体発光装置131のように、電極配線124及びLEDチップ127～130の配置を基板及び構造物47に対して45度回転させるようにすれば、構造物47の内部空間を小さくでき、半導体発光装置131をより小型化できる。

## 【手続補正5】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0106

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0106】この後、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜56の開口58を通して、80℃のKOH溶液（25%）でSiウエハ48、49をエッチングする。KOH溶液は、異方性エッチング液であって、（100）面のエッチングレートは70  $\mu\text{m}/\text{h}$ 、（111）面のエッチングレートは約1  $\mu\text{m}/\text{h}$ であるから、このエッチング工程により、各Siウエハ48、49には、角錐台状をした表裏両面に貫通した空間51、52が開口される〔図23（d）〕。この空間51、52の内面は、Siウエハ48、49の（111）面によって構成される。厚みの大きなSiウエハ49の空間52では、上面における開口寸法は1.8mm角、下面における開口寸法は0.35mm角となっており、厚みの薄いSiウエハ48の空間51では、上面における開口寸法は1.8mm角、下面における開口寸法は1.1mm角となっている。ついで、両Siウエハ48の空間51内に6000Åの堆積厚でAuを蒸着させると、空間51、52の内面には、膜厚が約3000ÅのAu反射膜54が形成される〔図23（e）〕。

フロントページの続き

(72)発明者 今本 浩史

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(72)発明者 高岡 元章

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(72)発明者 山 義和

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

Fターム(参考) 5F041 AA04 AA06 AA12 CA33 CA74  
CA85 CA86 CA91 CB01 CB27  
CB32 DA07 DA14 DA41 DA57  
EE01 FF06 FF11  
5F089 AC07 AC08 AC11 AC13 BB04  
BC02 BC05 BC09 BC11 CA17  
DA05